

Elektrochemische Anordnung mit elastischer  
Verteilungsstruktur

5 Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Anordnung, wie etwa eine Brennstoffzellenanordnung, ein Elektrolyseur oder ein elektrochemischer Verdichter nach den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1.

10 Für elektrochemische Anordnungen der vorgenannten Art ist es notwendig, Fluide wie Reaktanden oder Kühlmittel in das Innere der Anordnung zu führen. Im Folgenden wird die Erfindung stellvertretend für solche elektrochemischen Anordnungen anhand des prominenten  
15 Beispiels einer Brennstoffzellenanordnung dargestellt.

20 Eine Brennstoffzellenanordnung im Sinne dieser Patentanmeldung enthält typischerweise eine erste und eine zweite Bipolarplatte, zwischen denen die eigentliche Brennstoffzelle, häufig in Form einer MEA (Membrane Electrode Assembly), angeordnet ist.

5 Um die für den Betrieb der Brennstoffzelle notwendigen Reaktanden gleichmäßig entlang der Fläche der Brennstoffzelle bzw. MEA zu verteilen, werden häufig Verteilungsstrukturen eingesetzt, welche als Kanäle ausgebildet sind. Als Verteilungsstrukturen können ferner kanalartige Strukturen oder partielle Stempel eingesetzt werden, welche zur Einleitung und homogenen Verteilung der Reaktanden bzw. des Kühlmediums 10 dienen können. Diese werden häufig in die Brennstoffzellen-Bipolarplatte eingebracht.

15 Ein grundsätzlicher Nachteil bei Brennstoffzellensystemen, die wesentlich auf als Schichtung ausgeführten Anordnungen von Bipolarplatten, MEA, sowie möglicherweise weiteren Schichten bestehen, ist, dass schon bei einer sehr geringen Maßabweichung dieser Schicht-Bauteile ein ausreichender Kontakt und Anpressdruck von Schicht-Bauteil zu Schicht-Bauteil nicht zuverlässig gewährleistet ist. 20

25 Werden eine oder mehrere derartige Schicht-Brennstoffzellenanordnungen durch Spannelemente zusammengehalten, so wird die Kraft des Anpressdrucks zumeist punktuell in jede der flächigen Anordnungen eingeleitet, was zur Folge hat, dass systematisch eine ungleichmäßige Kraftverteilung im Bereich der aktiven Fläche der jeweiligen der Anordnungen entsteht.

30 Die dadurch entstehende, nachteilige Wirkung äußert sich insbesondere in einem erhöhten elektrischen Innenwiderstand der Brennstoffzelle und einem deutlichen Leistungsabfall.

35 Dieser Nachteil tritt besonders gravierend im Zusammenhang mit dem Abdichtungskonzept nach dem Stand der

Technik bekannter Brennstoffzellen auf: Es wird dabei die Dichtung in den Krafthaupt- oder Kraftneben-  
schluss gelegt, so dass produktionsbedingte Toleranzen in der Dichtungsfertigung eine inhomogene und zum  
5 Teil unzureichende Verpressung oder unzureichende Abdichtung der aktiven Flächen in einer oder in mehreren schichtmäßig aufgebauten Brennstoffzellenanordnungen verursacht werden, da die Verspannungskräfte zwischen Dichtelementen und den aktiven Zellfunktionsbereichen unzureichend präzise verteilt sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine elektrochemische Anordnung wie etwa eine Brennstoffzellenanordnung, einen Elektrolyseur oder einen elektrochemischen Verdichter mit mindestens einer Verteilungsstruktur zur Einbringung und Verteilung eines  
15 Reaktanden bereitzustellen, welche die genannten Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere durch die zuverlässige Bereitstellung eines ausreichenden und homogen verteilten Anpressdrucks einen hohen Stromfluss ohne nennenswerte Verluste zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektrochemische Anordnung nach Patentanspruch 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Lösung weist dabei insbesondere den folgenden Vorteil auf:

Dadurch, dass die Verteilungsstruktur im Wesentlichen in einer Ebene geführt ist und kontrolliert elastisch ist gegen Druckbelastung senkrecht zu dieser Ebene, wurde eine konstruktive, und damit eine technisch besonders robuste, universelle und aufwandsarme, Lösung  
30 zur Herstellung ausreichender und homogen verteilter Anpresskräfte von Schicht-Bauteil zu Schicht-Bauteil  
35

innerhalb der aktiven Flächen einer elektrochemischen Anordnung, wie etwa einer Brennstoffzellenanordnung, einen Elektrolyseur oder einem elektrochemischen Verdichter, gefunden.

5

Dadurch, dass die Elastizität der Verteilungsstruktur partiell kontrolliert realisiert ist bzw. die Verteilerstruktur absichtsvoll mit bestimmter Elastizität versehen ist, kann die vorliegend beschriebene technische Wirkung in der Praxis vorteilhaft und gezielt eingesetzt werden.

10

Die Verteilungsstruktur wird dabei gebildet durch federelastische Umgrenzungswände zur Fluidführung.

15

Werden die Schichtelemente zu einer elektrochemischen Anordnung zusammengefügt, so werden die federelastischen Verteilungsstrukturen, welche sich innerhalb des Schichtenverbundes befinden, mindestens partiell zusammengedrückt. Hierdurch übernehmen diese federelastischen Verteilungsstrukturen die Funktion elastischer Elemente innerhalb der elektrochemischen Anordnung und sorgen so für eine homogene Verteilung des Anpressdrucks der Schichten der elektrochemischen Anordnung zueinander, welcher über die gesamte Lebensdauer der elektrochemischen Anordnung gewährleistet bleibt, da auch eine Setzung der Bauteile der elektrochemischen Anordnung durch diese als federelastische Elemente wirkenden elastischen Verteilerstrukturen ausgeglichen wird. Auf diese Weise wird ein Mangel beseitigt, welcher oft die Funktion der Brennstoffzelle beeinträchtigt.

20

25

30

35

Neben der Funktion als federelastisches Element übernimmt eine solche federelastische Verteilungsstruktur zusätzlich die Funktion der gleichmäßigen Verteilung

der Medien innerhalb der aktiven Fläche der elektrochemischen Anordnung. Auf diese Weise wird durch die vorliegende Bündelung von Eigenschaften zusätzlicher konstruktiver Aufwand vermieden und damit die Produktion technisch vereinfacht.

Medien in diesem Sinne - und auch in der Gesamtheit dieser Patentanmeldung - sind Reaktanden für den Betrieb der Brennstoffzelle sowie ferner Kühlmittel oder andere Fluide.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind nach den Unteransprüchen möglich und werden am folgenden Beispiel einer Brennstoffzelle für die zuvor erwähnten elektrochemischen Anordnungen kurz erläutert.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, die federelastischen Verteilungsstrukturen im Schichtverbund der Brennstoffzellenanordnung als eine räumlich strukturierte Schicht innerhalb dieses Verbundes zu verwirklichen. Dadurch wird die Herstellung der Verteilungsstrukturen nicht nur erheblich vereinfacht, da die federelastische "Verteilungsschicht" aus einem einzigen Stück geformt sein kann, sondern es wird ferner der Vorteil erreicht, dass gleichzeitig die Dichtigkeit der Verteilungsstrukturen gegenüber unkontrolliertem Austreten des Reaktanden nach den äußeren Schichten der Brennstoffzellenanordnung hin unterbunden wird und zugleich die Versorgung der aktiven Flächen der Brennstoffzelle mit den Reaktanden auf besonders unkomplizierte Weise geschieht.

Die besondere Vorteilhaftigkeit der Wirkung federelastischer Verteilungsstrukturen tritt besonders dann zutage, wenn der Schichtverbund nicht nur durch einfache Schichtung, sondern durch Flächenpressung

hergestellt ist, da besonders in diesem Zusammenhang eine homogene Druckverteilung innerhalb der aktiven Fläche der Brennstoffzellenanordnung (zur Vermeidung von Leistungsabfall und zur Vermeidung eines erhöhten Innenwiderstandes) sowie die gleichmäßige Verteilung des Anpressdruckes zwischen Dichtelementen und der aktiven Fläche der Brennstoffzelle von einer von außen wirkenden Anpresskraft bestimmt wird und somit besonders gegen ungleichmäßige Druckverteilung anfällig ist.

Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn diese Flächenpressung durch Spannelemente hergestellt wird, da die Spannelemente die Kraft punktuell in die Brennstoffzellenanordnung einleiten und diese punktuelle Krafteinleitung insbesondere durch die federelastischen Verteilungsstrukturen in einen homogenen Anpressdruck umgesetzt wird.

Wird die Brennstoffzellenanordnung vorteilhafterweise so ausgebildet, dass die Verteilungsstruktur ununterbrochen von seinem Eingang zu seinem Ausgang verläuft, so wird eine konstruktiv aufwandsarme Lösung vorgeschlagen, wobei auch mehrere Verteilungsstrukturen eine Gesamt-Verteilungsebene bilden können.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand einiger Skizzen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a eine Brennstoffzellenanordnung in Explosionsdarstellung,

Fig. 1b die in Fig. 1a gezeigte Brennstoffzellenanordnung in zusammengefügttem Zustand,

Fig. 1c ein Brennstoffzellen-Stack aus einer Viel-

zahl von aufeinandergeschichteten Brennstoffzellenanordnungen, wie in Fig. 1b gezeigt,

5        Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für eine als strukturierte Schicht ausgeführte flexible Reaktandenverteilungs-Struktur im räumlichen Querschnitt,

10        Fig. 3  
bis 7    Variationen von als strukturierte Schicht ausgeführten federelastischen Verteilungsstrukturen,

15        Fig. 8 den schematischen serpentinenförmigen Verlauf einer beispielhaft ausgeführten Verteilungsstruktur entlang der Ebene des Schichtverbundes,

20        Fig. 9+10        Beispiele erfindungsgemäßer Schichten  
                         als Kühllage bzw. Bipolarplatte,

Fig. 11 ein Diagramm zur Federrate.

25        Die Darstellung der Brennstoffzellenanordnung 14, nebst den nachfolgenden Erläuterungen des Ausführungsbeispiels, dient als repräsentatives Beispiel für alle eingangs bezeichneten elektrochemischen Anordnungen, wie auch Elektrolyseure oder elektrochemische Verdichter.  
30

Fig. 1a zeigt den Aufbau einer Brennstoffzellenanordnung 14, wie sie in Fig. 1b gezeigt ist. Eine Vielzahl von Brennstoffzellenanordnungen 14 bildet geschichtet den zwischen Endplatten angeordneten Bereich eines Brennstoffzellenstacks 15 in Fig. 1c.  
35

Dieser ist durch Spannelemente in Flächenpressung zusammengehalten, beispielsweise durch Spannbolzen oder Spannbänder.

5 In Fig. 1a ist eine Brennstoffzelle 11 mit ihren regelmäßigen Bauteilen zu sehen, welche einen ionenleitfähige Polymermembran aufweist, die im Mittelbereich 11a mit einer Katalysatorschicht beidseitig  
10 versehen ist. In der Brennstoffzellenanordnung 14 sind weiterhin zwei Bipolarplatten 10 vorgesehen, zwischen denen die Brennstoffzelle 11 angeordnet wird. Im jeder Bipolarplatte der Brennstoffzelle sind gemäß vorliegender Erfindung federelastische Kanäle  
15 (9) zur Einbringung und Verteilung von Reaktanden in die aktive Fläche 11a der Brennstoffzelle 11 dargestellt, vorliegend schematisch als schwarze Fläche 11a. Im zusammengebauten Zustand der Brennstoffzellenanordnung 14 ist der elektrochemisch aktive Bereich der Brennstoffzellen in einem im Wesentlichen  
20 geschlossenen Raum angeordnet, welcher seitlich von Abdichtelementen 13 im Wesentlichen umlaufend begrenzt ist.

25 Die schematisch dargestellte Verteilerstruktur 9, welche vorliegend die federelastischen Verteilungsstrukturen als Ausführungsform der Erfindung darstellt, kann als eine strukturierte Schicht ausgeführt sein, deren Querschnitt in den Fign. 2 bis 7  
30 dargestellt ist und die gemäß Fig. 8 einen Kanal serpentinenförmigen Verlaufes entlang der Platte 10 (also senkrecht zur Stackrichtung 6) des Brennstoffzellenverbundes 14 bildet. Die Verteilungsstrukturen können dabei als Einzelkanäle ausgeführt sein, die  
35 als Mäander die Ebene der aktiven Fläche erschließen, sowie als mäanderförmig verlaufende Zwei- oder Mehrfachkanäle. Ferner können die Verteilungsstrukturen



als Stempel oder Pföstchen ausgeführt sein, die die Ebene der aktiven Fläche erschließen oder als kanalartige Struktur, die Ein- und Ausgang durch eine geeignete Art direkt oder mit einer oder mehreren Verzweigungen verbindet.

Teilweise können die Materialien der Verteilerstrukturen auch weniger elastische Materialien sein wie bestimmte Metalle (z.B. Aluminium, Titan) oder auch elektrisch leitfähiger Kunststoff, poröses und elektrisch leitfähiges Vlies oder Gewebe, sowie elektrisch leitfähige Keramik. In diesen Fällen kommt die notwendige Elastizität aus einer elastischen Kühlplatte.

In diesem Sinne zeigt Fig. 2 einen räumlich dargestellten Querschnitt durch eine federelastische Verteilungsstruktur 1, die im Wesentlichen trapezförmigen Querschnitt hat und von einer Stirnfläche (also einer zur Ebene des Verlaufes der Verteilungsstruktur parallelen Fläche) 2 und Seitenwänden 3 einseitig eingegrenzt ist. Auf diese Weise wird das Austreten des Reaktanden in Richtung der ebenenparallelen Stirnfläche 2 und der Seitenwände 3 unterbunden und der Übertritt in den aktiven Bereich 11a an der nicht eingegrenzten Seite ermöglicht.

Dabei kann alternativ oder gleichzeitig auch der komplementäre Zwischenraum 1' als Verteilungsstruktur zum Transport eines Mediums genutzt werden. Es bildet dann die Fläche 2' entlang der Ebene der Grundfläche der strukturierten Schicht die komplementäre "Stirnwand" 2'.

Diese Ausführungsform ist also insbesondere vorgesehen für die Verwendung als räumlich strukturierte Schicht in einem Schichtverbund einer Brennstoffzel-

lenanordnung, wie sie in den Fign. 1a und 1b dargestellt ist.

5 Erfolgt nun eine Druckbelastung  $F$  senkrecht zur Ebene der strukturierten Schicht, so wird in dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel insbesondere die Stirnfläche 2 bogenförmig zusammengedrückt und die Abkantungen im Übergang zwischen der Stirnfläche 2 und der Seitenwand 3 in eine abgerundete Form verbracht, wodurch das Material der Druckbelastung in federelastischer Weise  
10 Raum geben kann. In dieser Ausführungsform werden also sowohl die Stirnfläche 2 als auch die Seitenwand 3 bei der Ausübung einer senkrechten Druckbelastung federelastisch verformt.

15 In der vorbeschriebenen wie auch in allen übrigen Formen der Strukturgebung kann die Elastizität dadurch realisiert werden, dass die Materialdicke der, beispielsweise metallischen, Platte, aus der die Verteilungsstruktur geformt wird, partiell so verjüngt  
20 wird, dass eine lokale Versteifung durch Kaltverformung eingestellt werden kann.

25 Die Elastizität der Verteilungsstruktur muss je nach Anwendungsfall im Bereich von 0,1 bis 150 N/mm<sup>2</sup> Flächenpressung (je nach Anwendungsfall vorzugsweise 0,5 - 10 N/mm<sup>2</sup>) funktionsfähig sein. Die dabei verwendeten Materialien besitzen ein E-Modul von 10 bis 250 kN/mm<sup>2</sup>. Die dabei notwendige Federrate beträgt zwischen 0,1 und 100 kN/mm pro Quadratzentimeter, vorzugsweise zwischen 0,2 und 100 kN/mm pro cm<sup>2</sup>, besonders vorzugsweise zwischen 0,5 und 50 kN/mm pro cm<sup>2</sup>.  
30 Hierbei erfolgt die Flächenpressung durch Kraftaufbringung in z-Richtung (siehe Fig. 10) und die in cm<sup>2</sup> angegebene Fläche beschreibt die gepresste Fläche in der x-y-Ebene (siehe beispielsweise Stirnfläche 2, 2'  
35

in Figuren 9 oder 10), siehe auch Fig. 11. Fig. 11 zeigt den definierten Verlauf für eine kontrolliert elastische Bipolarplatte, d.h. den degressiven Verlauf der Federrate über die Flächenpressung einer metallischen Bipolarplatte wie in Fig. 9 oder 10 gezeigt, wobei eine einheitliche Federrate über die x-y-Ebene eingestellt wurde.

Fig. 3 hingegen zeigt (in zur verbesserten Anschaulichkeit überzeichneter Darstellung) eine Ausführungsform, bei der die verteilungsstrukturbildende Schicht (2, 3) so räumlich strukturiert ist, dass bei einer senkrechten Druckbelastung, etwa durch die Flächenpressung im Schichtverbund einer Brennstoffzellenanordnung 15, wie sie durch Spannelemente hergestellt wird, im Wesentlichen nur die Seitenwände 3 ziehharmonikaartig federelastisch verformt werden, während die ebenenparallele Stirnfläche 2 im Wesentlichen unverformt bleibt. Dies wird durch eine schlangenlinienartige Vorformung der Seitenwände 3 erreicht, die idealerweise achsensymmetrisch zur Senkrechten des Querschnitts der Verteilungsstruktur 1 ist.

Fig. 4 zeigt eine weitere Strukturierungsform, bei der abermals bei senkrechter Druckbelastung  $F$  sowohl die Stirnfläche 2 als auch die Seitenwand 3 verformt wird. Die Vorstrukturierung sieht hier einen parabel- oder gaußglockenförmigen Querschnitt vor. Bei Druckbelastung wird entsprechend der "Maximalbereich" der Gaußglocke abgeflacht, wodurch die Seitenwände 3 steiler ansteigen bzw. abfallen.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der im Wesentlichen die Seitenwände 3 bei Druckbelastung federelastisch verformt werden, während die Stirnfläche

2 im Wesentlichen unverändert bleibt. Dies wird durch eine trapezartige Strukturierung der verteilungsstrukturbildenden, räumlich strukturierten Schicht ermöglicht, wobei im Unterschied zum in Fig. 2 Gezeigten jedoch die längere parallele Seite die Stirnfläche 2 bildet, während die kürzere, gedachte, Paralleelseite der trapezähnlichen Struktur entlang der Ebene der Grundfläche der strukturierten Schicht verläuft. Bei Druckbelastung  $F$  verringern sich nun die von den Schenkeln des Trapezes und den Paralleelseiten eingeschlossenen Winkel.

Eine Abwandlung hiervon ist in Fig. 6 dargestellt. Hier sind die Kantenübergänge zwischen Stirnfläche 2, Seitenwänden 3 und der Grundfläche der strukturierten Schicht rund ausgestaltet, so dass ein "Omega-förmiger" Querschnitt entsteht.

Figur 7 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform des in Figur 2 Gezeigten. Es wird hierbei durch eine geeignete Kontrolle des Umformprozesses bewirkt, dass sich die Materialdicke so in den Flanken bzw. Rändern der Struktur verändert, dass die Elastizität bzw. Härte des Materials gezielt eingestellt werden kann. Die Änderung der Materialeigenschaften kann kontinuierlich oder partiell über den Querschnitt hinweg (quer zur Struktur) oder entlang der Verteilungsstruktur erfolgen. Somit ist eine Abstimmung des Elastizitäts- bzw. Steifigkeitsverhaltens über die gesamte Verteilungsstruktur hinweg realisierbar.

Fig. 8 zeigt den serpentinenförmigen Verlauf der Verteilungsstruktur 1 entlang der Ebene der nicht näher dargestellten strukturierten Schicht. Die konzentrischen Kreise  $F$  verdeutlichen den Verlauf der punktförmig eingeleiteten Anpresskraft, wie sie durch

Spannelemente in den Schichtverbund der Brennstoffzellenanordnung 14 eingeleitet wird. Es wird also anhand dieser "Niveaulinien" dargestellt, wie die Verteilungsstruktur infolge der räumlich unterschiedlich verteilten Druckkräfte verschieden weit zusammengepresst wird und aufgrund ihrer federelastischen Eigenschaft eine räumlich homogene Verteilung des Anpressdruckes im Schichtenverbund der Brennstoffzellenanordnung 14 erreicht wird. Es schließen also die konzentrischen Kreise beispielhaft Flächen ein, die eine unterschiedliche Elastizität bzw. Steifigkeit durch die nach Figur 3 bis 7 beschriebenen Strukturen aufweisen. Es kann daher die Elastizität auf die mechanischen Parameter des Brennstoffzellen-Stacks abgestimmt werden. Schnitt A-A zeigt eine sich nach außen verringernde Steifigkeit (Bereich b weist eine höhere Steifigkeit auf gegenüber den Bereichen a und c).

Entlang der Ebene des Verlaufs der Verteilungsstruktur kann dabei der Verteilungsstruktur ortsabhängig eine partiell unterschiedliche Elastizität idealerweise so angepasst verliehen werden (realisiert durch eine Einbringung der beispielsweise im Schnitt A-A in Figur 8 dargestellten Strukturen), dass die Elastizität in Bereichen mit geringer Flächenpressung der Brennstoffzellen-Ebene erhöht ist.

So kann einerseits ein guter elektrischer Kontakt von Bipolarplatte zu Bipolarplatte gewährleistet werden, andererseits die gleichmäßige Verteilung der Medien, wie etwa Wasserstoff und Luft als Reaktanden, oder ebenso auch ein Kühlmedium. Der durch die homogene Druckverteilung bessere elektrische Kontakt führt zu einer Leistungssteigerung der Brennstoffzelle. Durch geeignete Auslegung wird es ermöglicht, Spannungs-

kräfte gezielt auf die Dichtefunktionen und auf aktive Zellfunktionsbereiche zu verteilen, so dass sichergestellt ist, dass einmal eingestellte Flächenpressungen über die Lebensdauer erhalten und homogen bleiben.

Neben Brennstoffzellen-Stapelanordnungen, bei denen die Bipolarplatten und somit die Verteilungsstrukturen aus Metall bestehen, kann die elastische Verteilungsstruktur schichtweise an verschiedenen Stellen in einem Brennstoffzellenstapel angeordnet sein, welcher aus Graphit, graphitgefüllten Kunststoffen oder leitfähigen Kunststoffen besteht. Diese folglich unter Verwendung von Graphit, graphitgefüllten Kunststoffen oder dergleichen leitfähigen Kunststoffen gebildete Verteilungsstruktur kann in diesem Fall vorzugsweise als metallische Kühlverteilungsstruktur Verwendung finden.

Neben der Anwendung für Brennstoffzellen ist die vorliegend beschriebene Verteilungsstruktur auch vorteilhaft anwendbar für die artverwandten Elektrolyseuren oder elektrochemischen Verdichter.

Tabelle 1 gibt einen Überblick, wie durch den Einsatz erfindungsgemäßer Verteilungsstrukturen, vorliegend zum Transport eines Kühlmediums, der Innenwiderstand  $R_{ges}$  Kühllage der Brennstoffzelle entscheidend reduziert werden konnte.

So zeigt Tabelle 1 Vergleichswerte für eine Brennstoffzellenanordnung, wobei die Spannungsdifferenzen über die einzelnen Kühllagen bzw. Zellen angegeben sind. Bei diesen Kühllagen handelt es sich beispielsweise um Kühllagen, wie in Figur 9 angedeutet. Es ist hier klar zu sehen, dass bei der Bipolarplatte mit

elastischem Verhalten der Spannungsabfall über die Kühllage hinweg deutlich geringer ist als beim Standardzellenaufbau, so dass sich eine Erhöhung der Nutzspannung von 5 bis 10 % ohne weiteres realisieren lässt.

In Diagramm 1 werden entsprechend die in der Tabelle 1 angegebenen Werte für eine erfindungsgemäß ausgeführte Brennstoffzellenanordnung und eine Brennstoffzellenanordnung, bei der Bipolarplatten im Kühlbereich steif aneinandergelegt sind, graphisch gegenüber gestellt.

Figur 9 zeigt eine erfindungsgemäße Verteilungsstruktur, welche als fluiddichte Platte 9' ausgeführt ist.

Mit "Platte" sind vorzugsweise einlagig verformte Platten zu verstehen. Dies können beispielsweise Platten aus einem Metallblech sein, in welche eine entsprechende Struktur mit Kanälen bzw. andersartigen Erhebungen eingeprägt werden kann. Auch wenn diese Schicht als "einlagig" bezeichnet wird, kann sie beispielsweise beschichtet sein. Wesentlich ist, dass es sich hierbei nicht um eine beispielsweise "ziehharmonikaförmig" gebogene Platte mit überlappenden Abschnitten handelt, welche in Z-Richtung (siehe Koordinatensystem unterhalb Figur 10) dann eine große Ausdehnung hätte. Die in Figur 9 gezeigte Platte ist vorliegend als Kühllage ausgeführt, welche mit ihren Stirnflächen 2 bzw. 2' an angrenzende Elemente b bzw. b' angrenzt. Es kann sich bei der Platte 9' beispielsweise um eine einfach gehaltene Bipolarplatte handeln, welche komplementäre und gegeneinander mediendichte Räume a, a' aufweist. Diese komplementären Räume sind vorzugsweise zumindest teilweise in der x-y-Ebene (also senkrecht zur Richtung der Schichtung

der elektrochemischen Anordnung) nebeneinander angeordnet. Es kann sich allerdings auch bei 9' um eine Kühllage handeln, welche beispielsweise im Inneren einer "Composit"-Bipolarplatte sich befindet, deren Außenschichten jeweils steif sind (beispielsweise aufgrund graphitischer oder keramischer Anteile), so dass die Verformbarkeit durch die Kühllage gewährleistet wird.

Ein weiteres Beispiel einer Bipolarplatte wird in Figur 10 gegeben. Diese Bipolarplatte grenzt wiederum mit den Stirnflächen 2 bzw. 2" an benachbarte Elemente b bzw. b' an. Die Bipolarplatte ist hierbei aus zwei Platten aufgebaut, nämlich den Platten 9" und 9''' . Es sind hier insgesamt drei voneinander getrennte Medienräume a, a', a" gegeben.

Bei den vorgenannten Verteilungsstrukturen bzw. Platten ist wesentlich, dass diese einerseits mediendicht ausgeführt sind und außerdem in z-Richtung elastisch verformbar sind, also elastisch verformbar sind in Richtung der Schichtung der elektrochemischen Anordnung. Hierbei weisen die Platten bzw. Strukturen vorzugsweise eine Federrate zwischen 0,5 und 50 kN/mm pro cm<sup>2</sup> auf.

Die Bipolarplatten sind aus Metall vorzugsweise Aluminium, Titan, Stahl und/oder deren Legierungen, besonders vorzugsweise aus Edelstahl, z.B. 1.4404, 1.4401, 1.4539 und weisen eine Materialstärke von 0,02 mm bis 5 mm, vorzugsweise 0,03 mm bis 2 mm, besonders vorzugsweise von 0,05 mm bis 0,5 mm, höchst vorzugsweise von 0,05 bis 0,3 mm auf. Es ist hierbei insbesondere vorteilhaft, dass, wie beispielsweise in Figuren 9 und 10 gezeigt, die Platten "aus sich selbst heraus" einen elastischen Ausgleich einer e-



5       lektrochemischen Anordnung schaffen und zusätzlich  
zur Trennung verschiedener Medien (Kühlmedien oder  
Reaktionsmedien) geeignet sind. Hierbei ist insbeson-  
dere vorteilhaft, wie beispielsweise in Figur 9 und  
Figur 10 zu sehen, dass senkrecht zur Richtung der  
Schichtung (Z-Richtung) in der X-Y-Ebene eine variiere-  
nde Federsteifigkeit gegeben sein kann, um so einen  
gleichmäßigen Anpressdruck über die gesamte Fläche  
der Ebene b bzw. b' zu erreichen.

10       Ein Hauptvorteil der Erfindung liegt darin, dass bei-  
spielsweise mit den erfindungsgemäßen Verteilungs-  
strukturen / Platten eine definierte Elastizität er-  
reicht wird, welche durch die angepasste Verpressung  
15       den Gesamtwirkungsgrad der Anordnung erhöht, zudem  
durch diese Strukturen bzw. Platten eine Gastrennung  
und außerdem eine gleichmäßige Gasverteilung gewähr-  
leistet wird.

20

Diagramm 1:

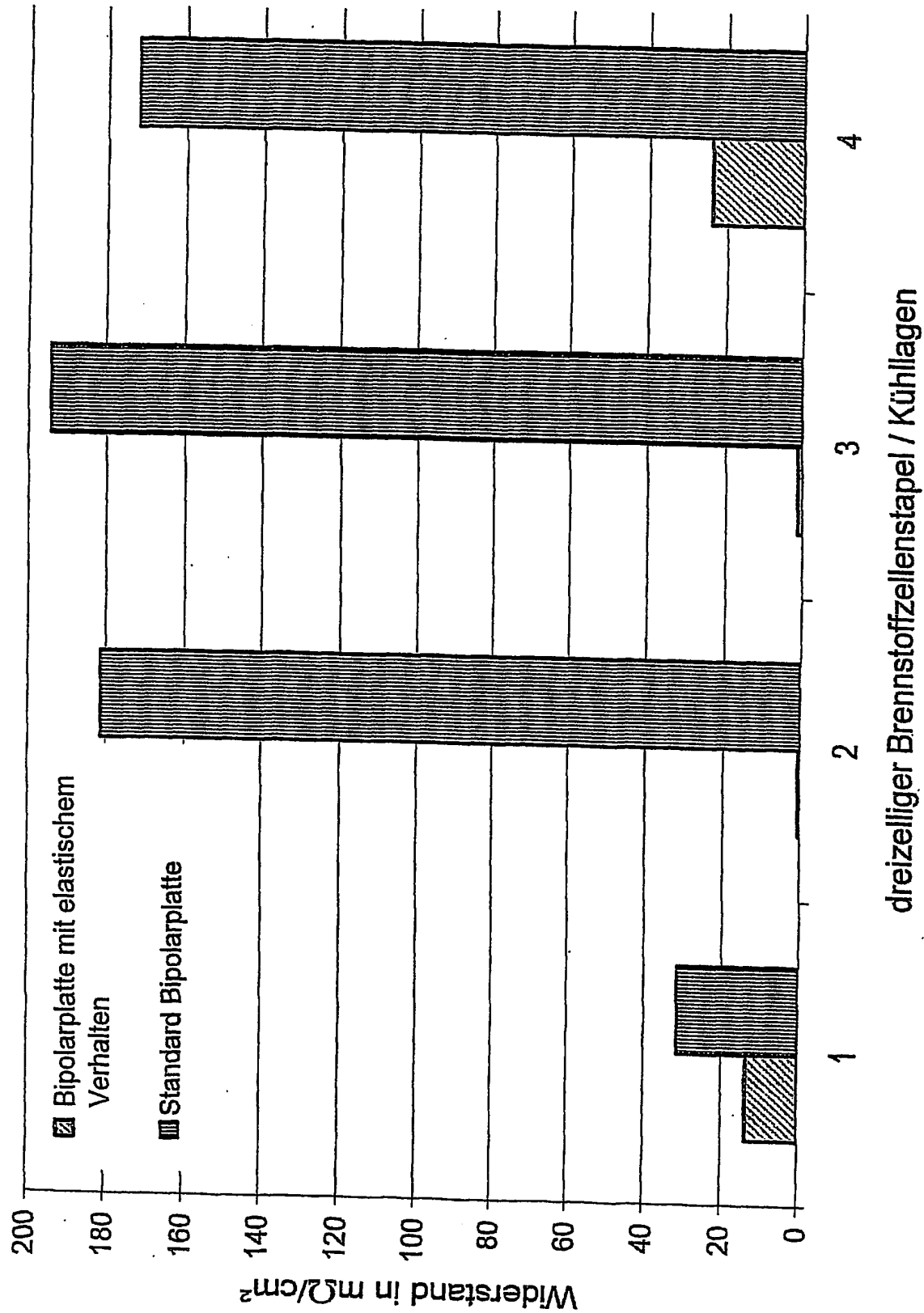


Tabelle 1:

## Standardzellaufbau

Spannung bei 500 mA/cm<sup>2</sup>

|                           | Kühlage 1 | Zelle 1 | Kühlage 2 | Zelle 2 | Kühlage 3 | Zelle 3 | Kühlage 4 | Gesamt |
|---------------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|--------|
| U in mV                   | -15,7     | 622,0   | -90,6     | 590,0   | -97,0     | 604,0   | -86,0     | 1526,8 |
| R in mOhm*cm <sup>2</sup> | 31,3      | 1244,0  | 181,2     | 1180,0  | 194,0     | 1208,0  | 172,0     | 3053,5 |

## Bipolarplatte mit elastischem Verhalten

Spannung bei 500 mA/cm<sup>2</sup>

|                           | Kühlage 1 | Zelle 1 | Kühlage 2 | Zelle 2 | Kühlage 3 | Zelle 3 | Kühlage 4 | Gesamt |
|---------------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|--------|
| U in mV                   | -6,8      | 532,0   | -0,3      | 548,0   | -0,6      | 567,0   | -11,9     | 1627,5 |
| R in mOhm*cm <sup>2</sup> | 13,6      | 1064,0  | 0,5       | 1096,0  | 1,2       | 1134,0  | 23,8      | 3254,9 |

## Patentansprüche

5

1. Elektrochemische Anordnung wie etwa eine Brennstoffzellenanordnung (14), ein Elektrolyseur oder ein elektrochemischer Verdichter, welche als Verbund mehrerer Schichten (10, 11, 12) ausgeführt ist, mit mindestens einer Verteilungsstruktur (1) zur Einbringung und Verteilung eines Mediums,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass

10

15

die Verteilungsstruktur (1) in einer Ebene geführt ist und kontrolliert elastisch ist gegen Druckbelastung (F) senkrecht zur Ebene.

2. Elektrochemische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur (1) durch eine räumlich strukturierte Schicht (9) in diesem Verbund verwirklicht ist.

20

3. Elektrochemische Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtverbund durch Flächenpressung (F) hergestellt ist.

25

4. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten des Verbundes durch Spannelemente zusammengehalten werden.

30

5. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Verbund ferner Bipolarplatten (10), vorzugsweise mindestens eine Kühlplatte sowie Dicht-Elemente (13) im Kraftschluss zueinander stehen, wobei

die Verteilungsstruktur (1) zwischen den Bipolarplatten (10) verläuft.

- 5      6.    Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur (1) ununterbrochen von ihrem Eingang zu ihrem Ausgang verläuft.
- 10     7.    Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur (1) im unbelasteten Zustand einen trapezförmigen Querschnitt (2, 3) hat.
- 15     8.    Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur (1) im unbelasteten Zustand einen näherungsweise parabelförmigen Querschnitt (2, 3) hat.
- 20     9.    Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur im unbelasteten Zustand einen näherungsweise omega-förmigen Querschnitt hat.
- 25     10.   Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Elastizität der Verteilungsstruktur (1) insbesondere in der Verformbarkeit der ebenenparallelen Seite (2) des Verteilungsstrukturquerschnitts besteht.
- 30     11.   Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Elastizität der Verteilungsstruktur (1) insbesondere in der Verformbarkeit der Seitenwände (3) besteht.

- 5 12. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur durch stempelartige Erhebungen dargestellt ist, welche inselartig aus der Ebene erscheinen.
13. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur durch einen Kanal dargestellt ist.
- 10 14. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Elastizität durch eine partielle Verjüngung der Materialdicke eingestellt ist.
- 15 15. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur entlang ihres Verlaufes partiell unterschiedliche Elastizitäten aufweist.
- 20 16. Elektrochemische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur unter Verwendung von Graphit, graphitgefüllten Kunststoffen oder dergleichen leitfähigen Kunststoffen ausgebildet ist.
- 25 17. Elektrochemische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsstruktur als mediendichte Platte (9', 9", 9'''') ausgeführt ist.
- 30 18. Elektrochemische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Federrate der Platte (9', 9", 9'''') in Richtung der Schichtung der elektrochemischen

Anordnung zwischen 0,5 bis 50 kN/mm pro Quadrat-  
zentimeter beträgt.

- 5 19. Elektrochemische Anordnung nach einem der vor-  
hergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Platte (9', 9'', 9''') zwei komplementäre  
Räume (a, a') zur Medienverteilung trennt.
- 10 20. Elektrochemische Anordnung nach Anspruch 19, da-  
durch gekennzeichnet, dass die komplementären  
Räume (a, a') in einer Ebene (x, y) senkrecht  
zur Richtung der Schichtung (z) zumindest teil-  
weise nebeneinander liegen.
- 15 21. Elektrochemische Anordnung nach einem der vor-  
hergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Platte als Kühlplatte (9') oder als  
Teil (9'', 9''') einer Bipolarplatte ausgeführt  
ist.

Fig. 1a

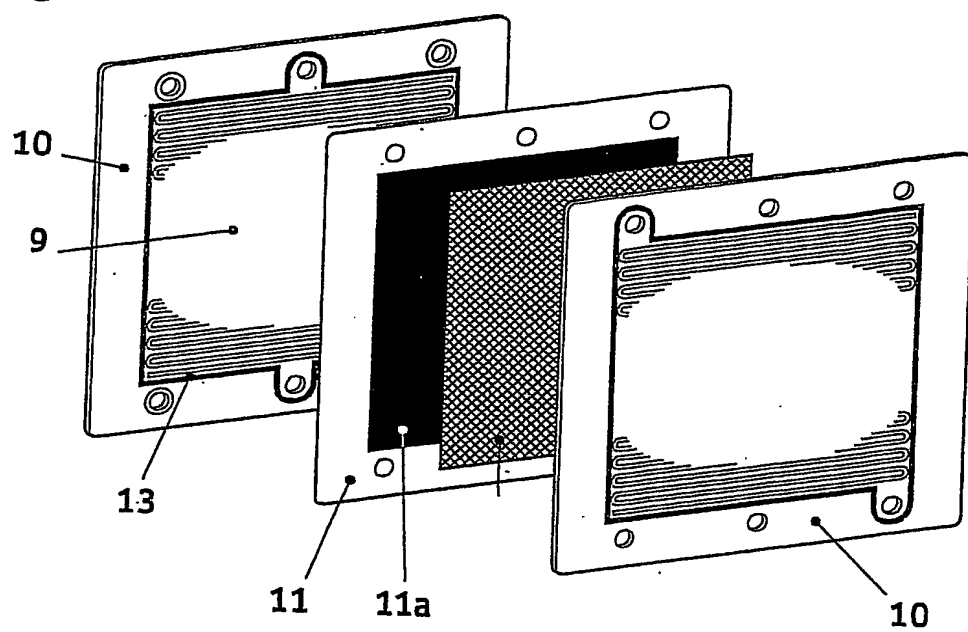




Fig. 1b

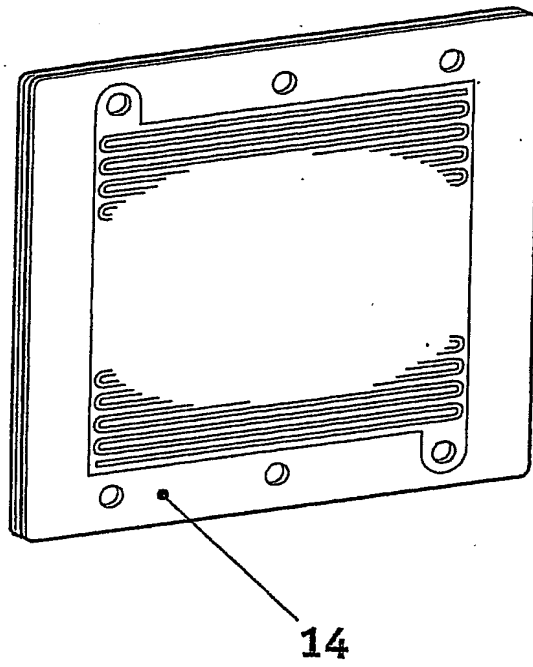


Fig. 1c

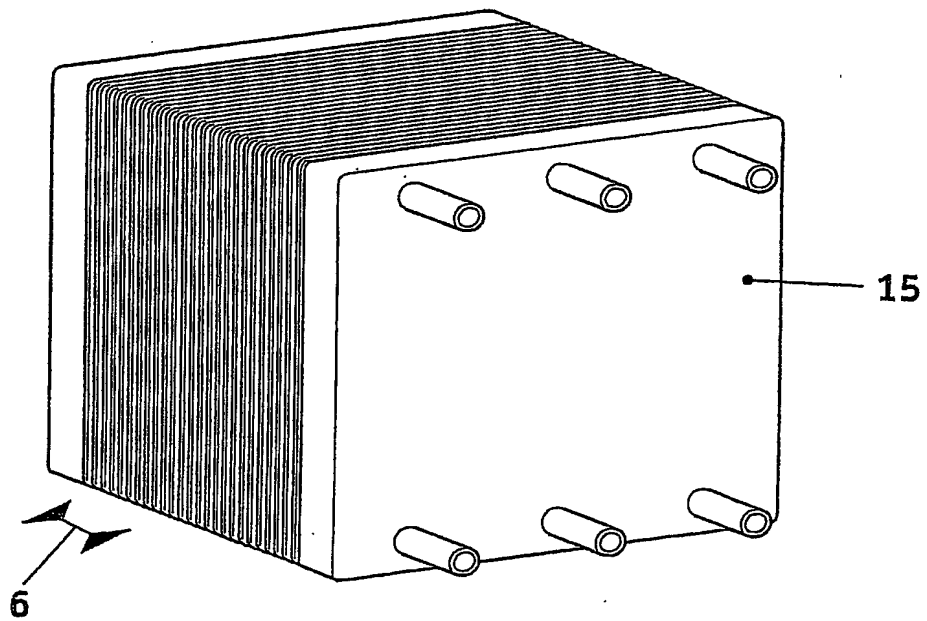


Fig. 2

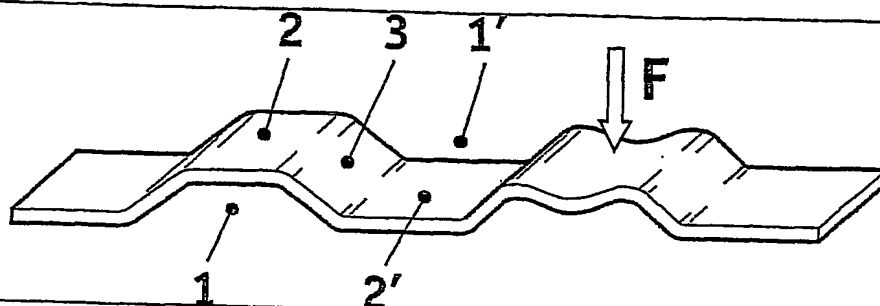


Fig. 3

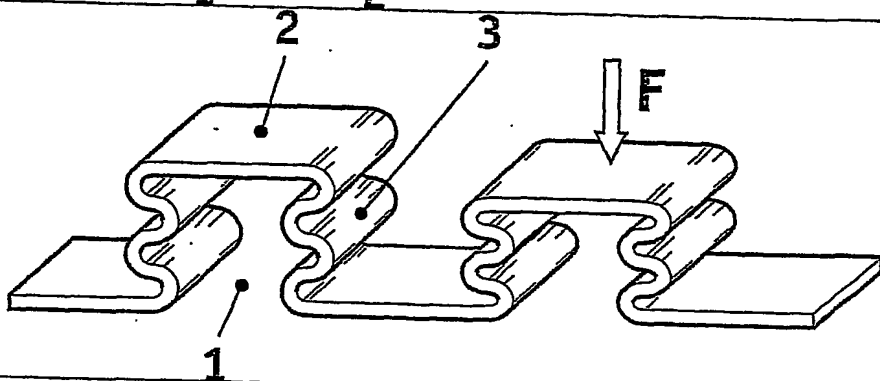


Fig. 4

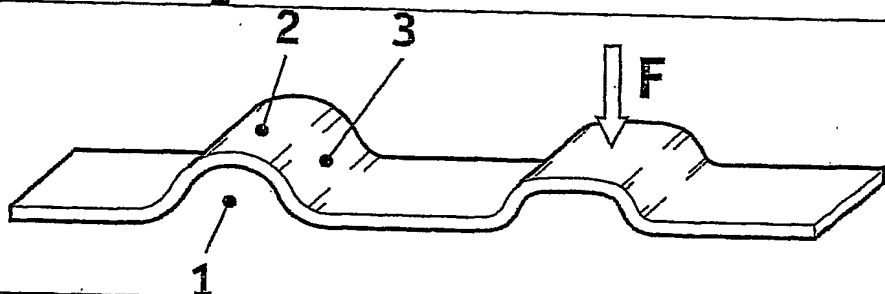


Fig. 5

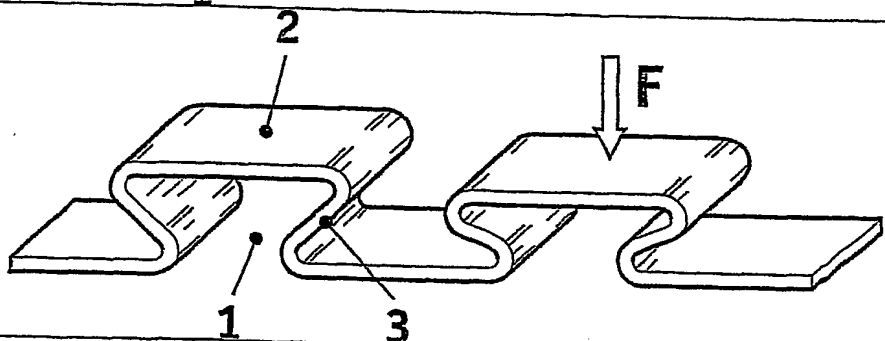


Fig. 6

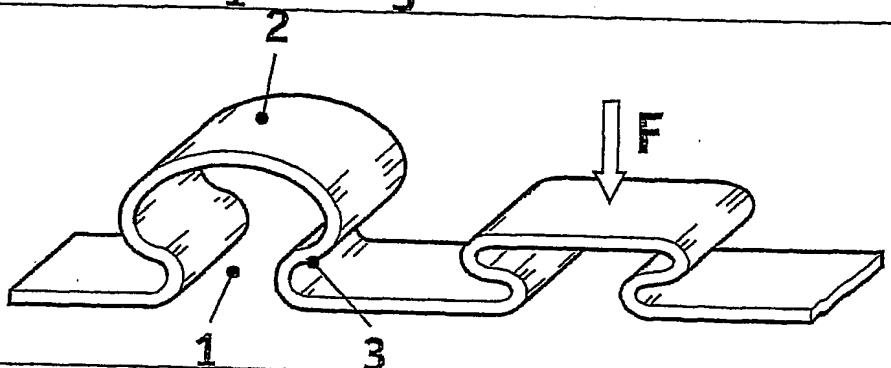


Fig. 7

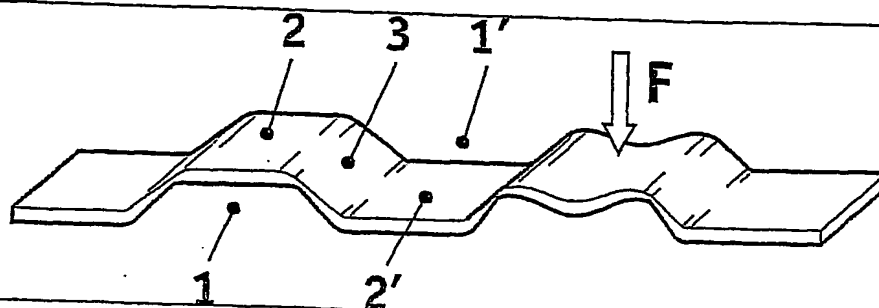
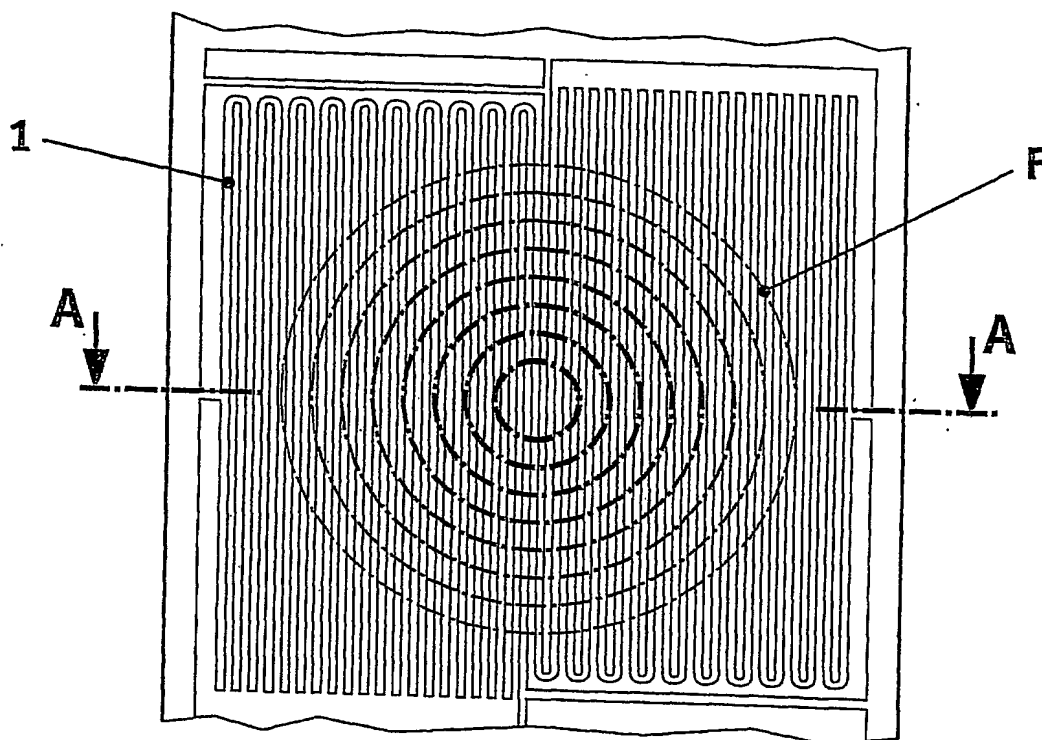


Fig. 8



Schnitt A-A

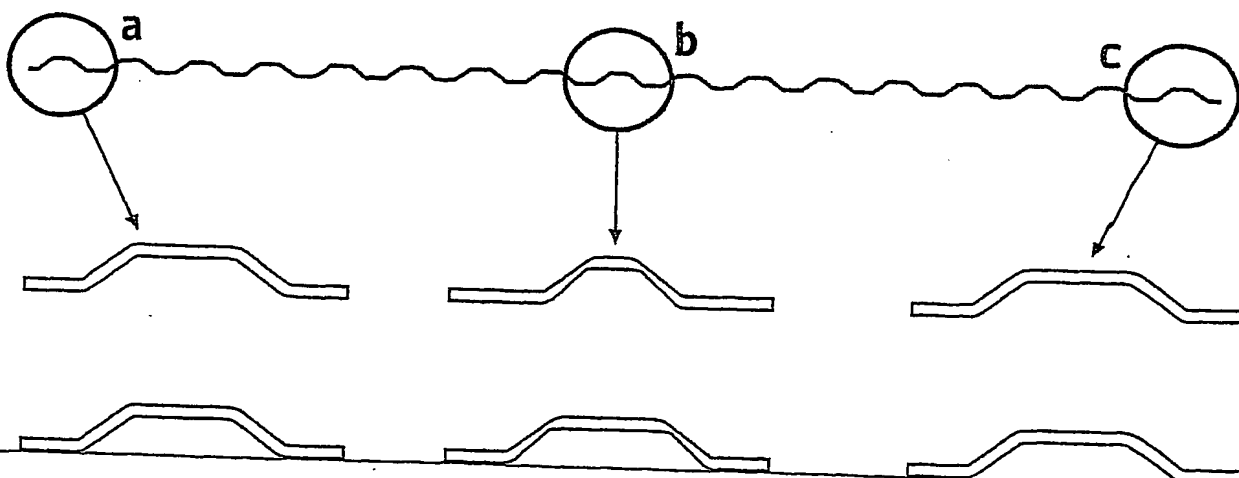


Fig. 9

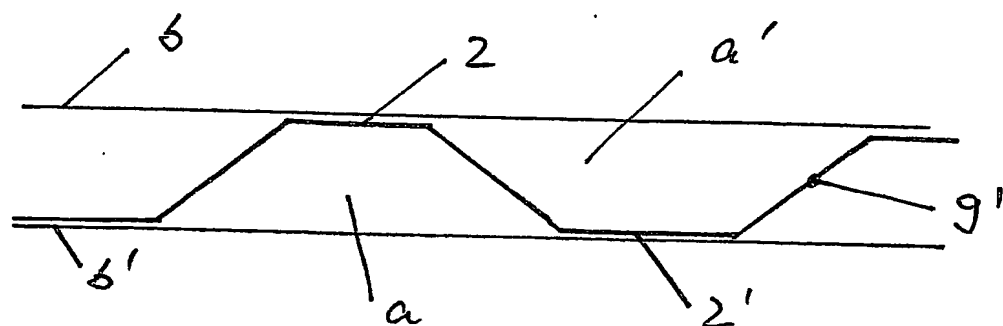


Fig. 10

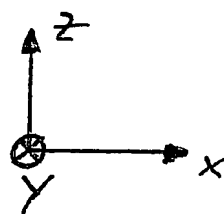
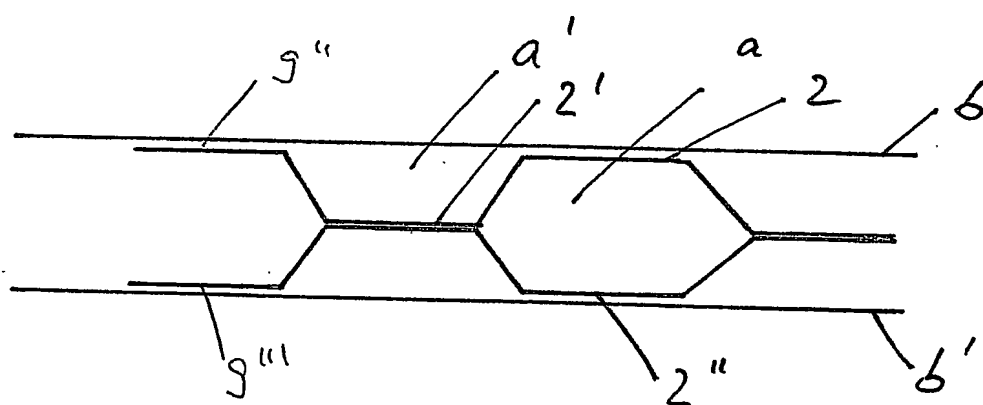
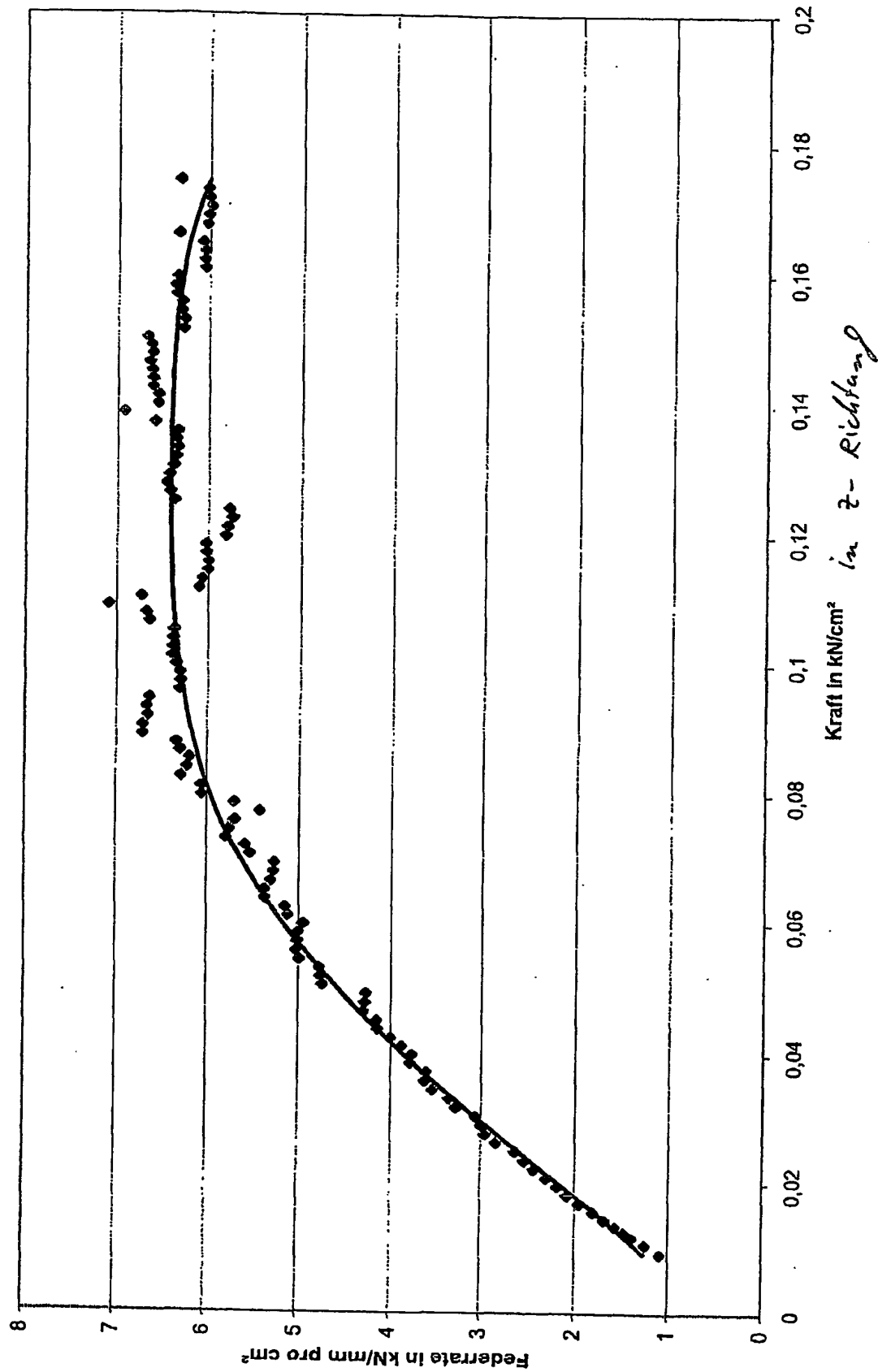


Fig. 11: Federrate



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**